

PENENTUAN KONSENTRASI PARTIKULAT BERBASIS *LOW COST PARTICULATE SENSOR* PADA MODIFIKASI TEKNOLOGI WETSCRUBBER

PARTICULATE CONCENTRATION DETERMINATION WITH LOW COST PARTICULATE SENSOR ON WETSCRUBBER MODIFICATION TECHNOLOGY

Januar Arif Fatkhurrahman, Ikha Rasti Juliasari, Nur Zen
Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang
Email : januarfa@kemenperin.go.id

Abstrak

Penentuan konsentrasi partikulat pada teknologi wetscrubber umumnya menggunakan prinsip light scattering. Kesamaan prinsip kerja dengan *low cost particulate sensor* membuka peluang pemanfaatan *low cost particulate sensor* sebagai unit pengukur konsentrasi partikulat dalam modifikasi proses teknologi *wetscrubber*. *Low cost particulate sensor* yang digunakan adalah SHARP GP2Y1010 dikorelasikan dengan Sensydine Nephelometer sebagai referensi. Laju partikulat yang melalui kedua peralatan tersebut disimulasikan dari hasil pembakaran obat nyamuk, dengan periode pengambilan data selama 6-7 jam. Data hasil pembacaan SHARP GP2Y1010 dianalisis secara *least square fitting* dan dikorelasi linier terhadap Sensydine Nephelometer dengan hasil R^2 cukup tinggi mencapai 0,88 dan pola pembacaan partikulat yang identik secara grafik.

Kata Kunci: *low cost particulate sensor*, konsentrasi partikulat, teknologi *wetscrubber*

Abstract

Particulate concentration determination on wetscrubber technology generally exploit light scattering principle. Similar principle with low cost particulate sensor unfold opportunity to utilize it as particulate concentration determination on wetscrubber modification technology. SHARP GP2Y1010 used as low cost particulate sensor, while it has been corelated with Sensydine Nephelometer as reference. Particulate flow accross both instruments simulated from mosquito coil burning, with data capture periods interval between 6-7 hours. Data reading from SHARP GP2Y1010 least square fitted and linearly correlated with Sensydine Nephelometer as high result on R^2 reach 0,88 complied with identical particulate reading in graphical pattern.

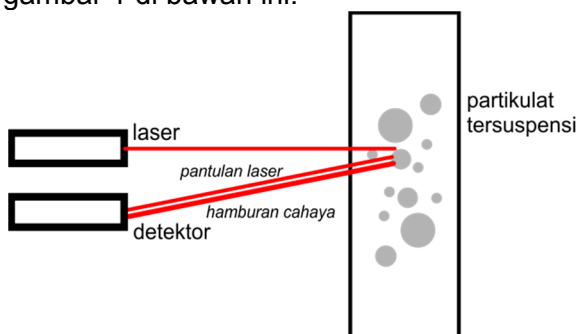
Keywords: *low cost particulate sensor*, particulate concentration, wetscrubber technology

Pendahuluan

Perkembangan industri di Indonesia beberapa tahun terakhir ini menunjukkan kenaikan yang cukup pesat, berdasarkan data BPS selama kurun waktu 2010 – 2015, perkembangan industri di Indonesia mengalami kenaikan rata – rata sebesar 4,2 % (BPS, 2016). Seiring perkembangan industri, unit – unit proses dengan teknologi yang makin kompleks ikut berkembang, baik unit produksi maupun unit pengendali cemar terhadap lingkungan. Wetscrubber merupakan salah satu teknologi proses yang banyak digunakan sebagai unit pengendali cemar, terutama partikulat yang diemisikan oleh unit proses boiler, heater, maupun tungku pemanas (Lee, 2013). Cemar dari partikulat merupakan

salah satu faktor emisi yang memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. (Gozzi, 2015). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyebutkan, paparan partikulat baik di dalam maupun luar ruangan menyebabkan 2 juta kematian tiap tahun yang diakibatkan oleh ISPA maupun kanker paru – paru (WHO, 2011). Indonesia, melalui kementerian lingkungan hidup telah mengeluarkan beberapa kebijakan dan peraturan perundangan terkait penanganan dan ambang cemar partikulat baik yang diemisikan oleh unit proses di industri maupun di lingkungan, bahkan kewajiban penanganan pengendalian cemar udara telah dituangkan dalam Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999. Sebagai perwujudan pentaatan peraturan lingkungan

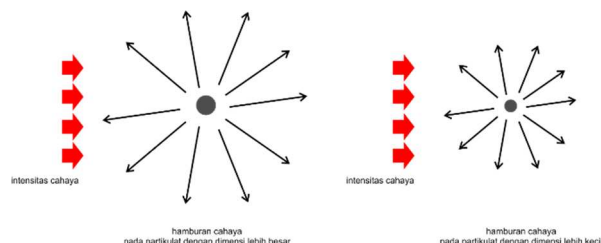
tersebut, di beberapa industri besar, unit wetscrubber dilengkapi dengan perangkat kontrol yang mumpuni dan mampu mengatur secara efisien baik air proses, maupun efisien pengikatan partikulat, namun kondisi ini tidak ditemui pada industri kecil menengah. Pada industri besar, unit kontrol wetscrubber merupakan rangkaian perangkat sensor partikulat yang dirangkai menjadi kesatuan dengan unit wetscrubber untuk menyesuaikan beban partikulat yang melewati aliran buangan emisi. Sementara kebanyakan industri kecil menengah, unit wetscrubber tidak dilengkapi dengan sensor partikulat sehingga kinerja wetscrubber tidak adaptif dengan beban partikulat yang melewati aliran buangan emisi. Peluang pemanfaatan *low cost particulate sensor* sebagai penentu konsentrasi partikulat pada unit wetscrubber di industri kecil menengah terbuka lebar seiring dengan perkembangan modul sensor partikulat berbasis mikrokontroler dengan harga yang relatif murah, namun secara prinsip kerja identik dengan sensor partikulat yang digunakan di industri besar (Averdieck, 2011). Secara umum, sensor partikulat yang digunakan pada kebanyakan industri besar merupakan perangkat mikrokontroler dengan pembacaan partikulat menggunakan prinsip light scattering, seperti ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Light Scattering pada Prinsip Pembacaan Partikulat

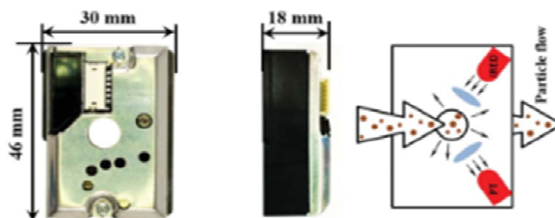
Pembacaan partikulat berdasarkan light scattering memanfaatkan fenomena hamburan cahaya jika partikulat dilewati berkas cahaya, berkas hamburan cahaya tergantung dari intensitas cahaya yang melewati partikulat dan dimensi partikulat yang dilewati berkas cahaya. Adanya hamburan cahaya ke seluruh penjuruan akan menimbulkan pancaran energi yang korelatif

dengan dimensi partikulat yang terlewati. Besarnya pancaran energi tersebutlah yang diamati dan dikorelasi sebagai konsentrasi partikulat tiap periode waktu tertentu (Mischenko dkk, 2002). Hal ini seperti digambarkan pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Pola Hamburan Cahaya pada Perbedaan Dimensi Partikulat

Perkembangan mikrokontroler berbasis open source semacam arduino beberapa tahun terakhir ini yang didukung oleh komunitas penyedia modul dan sensor pembaca kondisi fisik dan kimia turut meningkatkan perkembangan sensor partikulat dalam skala kecil namun mampu memberikan akurasi yang cukup relevan sebagai pembacaan konsentrasi partikulat. Beberapa jenis sensor partikulat yang digunakan pada mikrokontroler diantaranya SHARP GP2Y1010, Syhitech DSM501, Shinyei PPD42NS, Shinyei PPD60PV, Shinyei AES-1, NIDS PSX-01E, NIDS PS02C-PWM, namun secara umum SHARP GP2Y1010 merupakan sensor pembaca partikulat terbaik yang telah banyak digunakan dan mudah didapatkan (Holstius, dkk, 2014; Gao, dkk, 2015). Pada sensor SHARP GP2Y1010 ini, partikel yang akan dibaca konsentrasinya melalui kolom kontak di sebelah kiri dan keluar melalui keluaran kolom kontak di sebelah kanan.



Gambar 3. Sensor Partikulat SHARP GP2Y1010

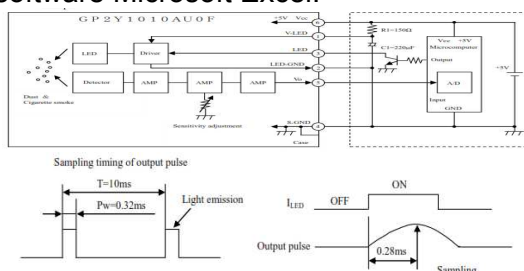
Dengan prinsip kerja yang relatif sama antara sensor partikulat yang digunakan pada industri besar, kami mencoba menggunakan *low cost particulate sensor* sebagai pembaca konsentrasi partikulat

yang akan kami gunakan sebagai penentu kinerja serapan partikulat pada wet scrubber berdasarkan kebutuhan air prosesnya. Namun, jika dibandingkan dengan sensor partikulat yang digunakan pada industri besar yang dipabrikasi dengan spesifikasi yang akurat dan dikalibrasi secara presisi, sensor partikulat dengan biaya murah ini perlu diverifikasi akurasi dan presisi pembacaan partikulatnya. Langkah verifikasi sensor partikulat berbiaya murah ini dapat dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor partikulat terkalibrasi dengan sensor partikulat SHARP GP2Y1010 yang akan digunakan sebagai unit pembaca partikulat (Budde, 2014).

Metodologi

Peralatan utama yang digunakan dalam kalibrasi sensor partikulat terdiri dari unit sensor partikulat dan peralatan referensi, sebagai berikut;

1. Sensor partikulat; SHARP GP2Y1010, sensor ini mampu membaca konsentrasi partikulat dengan resolusi < 1 detik, output dari perbedaan konsentrasi partikulat tiap waktu merupakan perbedaan tegangan keluar yang dibaca sebagai sinyal analog 0 volt – 5 volt, sinyal analog kemudian diolah menjadi digital dengan bantuan mikrokontroler berbasis arduino. Data disimpan dalam media penyimpanan dengan format .CSV yang dapat diolah dengan software Microsoft Excel.



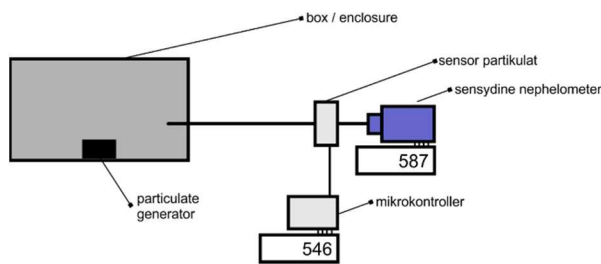
Gambar 4. Skema Pengolahan Data SHARP GP2Y1010 (SHARP, 2016)

2. Sensidyne Nephelometer, peralatan ini bekerja berdasarkan prinsip light scattering, dengan resolusi pengukuran tiap $1\mu\text{g}/\text{m}^3$, data akan tersimpan setiap interval 1 menit dalam format .XLS yang dapat diolah dengan software Microsoft Excel.



Gambar 5. Alat Referensi Pembacaan Partikulat Sensidyne Nephelometer

Sensidyne Nephelometer bekerja dengan prinsip yang sama dengan sensor partikulat SHARP GP2Y1010, partikulat dibaca sebagai intensitas energi sebagai akibat hamburan cahaya yang dilewati partikulat, sensor partikulat ini dihubungkan dengan mikrokontroler berbasis arduino yang dilengkapi dengan display dan media penyimpanan data dalam bentuk micro sd, periode penyimpanan data partikulat pada sensor partikulat SHARP GP2Y1010 diset tiap interval 1 menit, menyesuaikan interval pembacaan Sensidyne Nephelometer. Konstruksi peralatan kalibrasi sensor partikulat SHARP GP2Y1010 menggunakan casing yang terbuat dari stainless steel dengan saluran partikulat yang disusun dalam satu aliran partikulat yang melewati sensor partikulat SHARP GP2Y1010 dan Sensidyne Nephelometer dalam satu pipa penghubung. Sumber partikulat yang digunakan merupakan partikulat hasil pembakaran obat nyamuk bakar yang dipilih berdasarkan tingkat kestabilan partikulat yang dihasilkan tiap waktu, dengan dimensi partikulat yang relatif identik. Tiap rangkaian ujicoba dilakukan selama rentang pembakaran obat nyamuk bakar sampai habis. Rata – rata waktu ujicoba berkisar 6 – 7 jam.

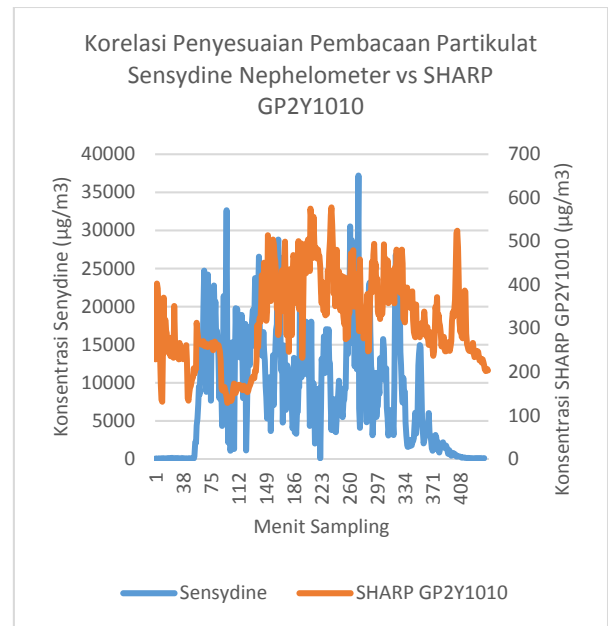


Gambar 6. Konstruksi Peralatan Kalibrasi Sensor Partikulat

Adanya perbedaan spesifikasi teknis pembacaan dan sensitivitas antara kedua sensor partikulat tersebut dijadikan sebuah batasan ujicoba, sehingga persamaan matematis yang dilinierkan merupakan pembacaan konsentrasi partikulat terhadap waktu mengikuti spesifikasi teknis sensor partikulat SHARP GP2Y1010. Meskipun secara spesifikasi teknis dan sensitivitas tidak sama, korelasi linier antara kedua sensor dijadikan acuan sebagai kalibrasi dan verifikasi teknis sensor partikulat SHARP GP2Y1010 (Hasenfratz, 2012). Hasil pembacaan sensor partikulat SHARP GP2Y1010 diolah menggunakan bantuan aplikasi Sketch pada mikrokontroller arduino dan disimpan dalam microsd dalam format file Microsoft Excel. Sedangkan pembacaan Sensidyne Nephelometer langsung ditransfer dari peralatan ke dalam format file Microsoft Excel. Analisis linier secara *least square fitting* kami gunakan untuk mengkorelasi hasil pembacaan partikulat SHARP GP2Y1010 terhadap Sensidyne Nephelometer.

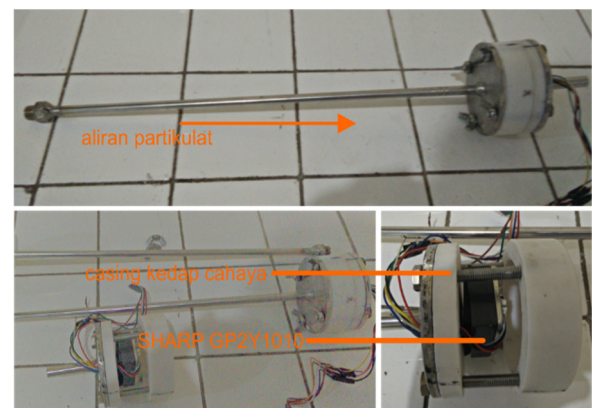
Hasil dan Pembahasan

Sensor GP2Y1010 bekerja berdasarkan prinsip light scattering, dimana cahaya inframerah diemisikan melalui kolom kontak, ketika debu melewati kolom kontak, cahaya dihamburkan oleh partikel debu dengan konsentrasi yang sebanding. Meskipun sensor GP2Y1010 dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi partikel debu, adanya “noise” seperti digambarkan pada gambar 7 menunjukkan perbedaan kurva konsentrasi partikulat selama periode waktu pengambilan data.



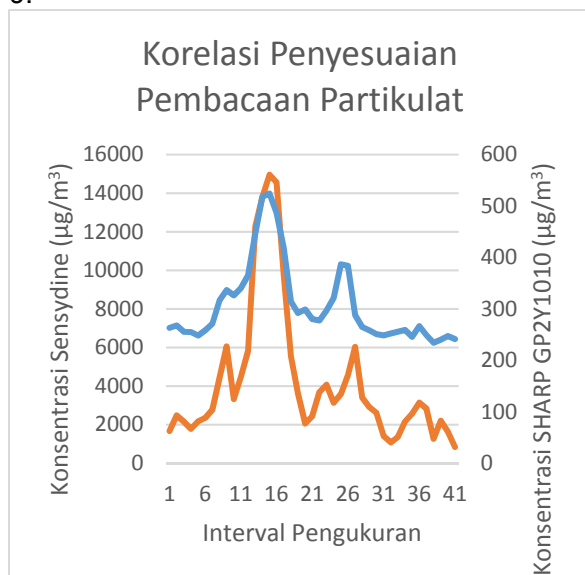
Gambar 7. Korelasi Pembacaan Partikulat Sensydine Nephelometer vs SHARP GP2Y1010

Meskipun menunjukkan perbedaan konsentrasi yang cukup besar, sinyal yang dihasilkan pada sensor GP2Y1010, menunjukkan pola yang relatif sama dengan konsentrasi yang diukur pada Sensidyne Nephelometer sebagai referensi. Dan setelah dilakukan penyesuaian dengan memasang sensor GP2Y1010 pada casing yang tertutup dari cahaya ambien seperti terlihat pada gambar 8, ujicoba dilanjutkan dengan membandingkan pembacaan partikulat pada sensor GP2Y1010 terhadap Sensidyne Nephelometer



Gambar 8. Konstruksi Casing Sensor SHARP GP2Y1010

Penyesuaian perlakuan pengambilan data dilakukan untuk meningkatkan akurasi pembacaan dan pengolahan data, meliputi penyesuaian interval pengambilan data menjadi tiap 60 detik baik untuk Sensydine Nephelometer dan SHARP GP2Y1010, hal ini dilakukan untuk mengurangi “noise” yang dihasilkan, sehingga total data yang disimpan dapat dikurangi, namun tidak mengurangi informasi secara signifikan (Budde, 2013) seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Korelasi Penyesuaian Pembacaan Partikulat Sensydine

Nephelometer vs SHARP GP2Y1010

Adanya peningkatan korelasi pembacaan partikulat pada sensydine nephelometer terhadap SHARP GP2Y1010 setelah dilakukan pengurangan “noise” data pada SHARP GP2Y1010, dilakukan kalibrasi SHARP GP2Y1010 terhadap pembacaan Sensydine Nephelometer dengan membandingkan keluaran atau konsentrasi partikulat yang terbaca pada SHARP GP2Y1010 dikorelasi dengan konsentrasi partikulat terukur. Partikulat yang dijadikan acuan merupakan partikulat yang dihasilkan pada pembakaran obat nyamuk bakar yang ditempatkan pada kotak tertutup dengan saluran menuju sensor SHARP GP2Y1010 dan Sensydine Nephelometer, sehingga pada tiap rentang waktu dihasilkan partikulat dengan konsentrasi relatif stabil, seperti terlihat pada gambar 10.

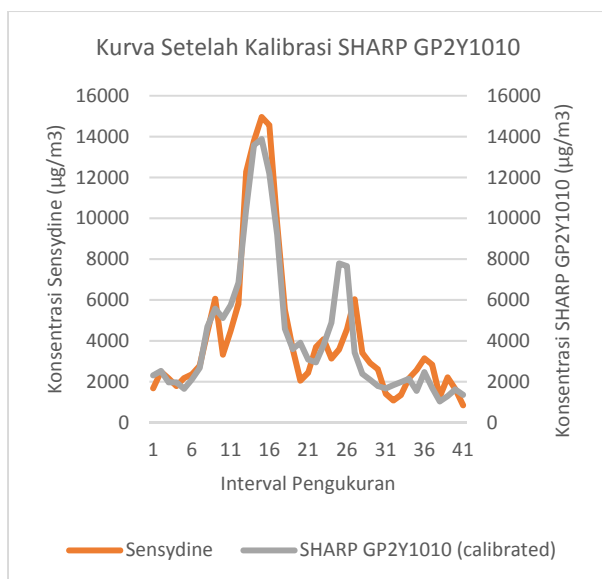


Gambar 10. Konstruksi Kalibrasi SHARP GP2Y1010

Data yang dihasilkan diolah dengan least square fitting, kami mengkalkulasi skala linier a dan kemiringan b antara dua kurva yang dihasilkan pada data yang dihasilkan seperti pada gambar 9, sebagai koefisien untuk menghitung konsentrasi y , sehingga diperoleh persamaan (1);

$$y = a \cdot x + b \quad (1)$$

Analisis least square fitting tersebut menghasilkan persamaan $y = 44,272x - 9335,2$ dengan R^2 0,88 terhadap pembacaan Sensydine Nephelometer, sehingga dapat digambarkan pada Kurva Kalibrasi seperti terlihat pada gambar 11. Linieritas kurva yang dihasilkan cukup tinggi mencapai 88%, namun masih kurang dari keberterimaan kurva linier 95%, hal ini dimungkinkan adanya interferensi suhu yang pada awalnya kami asumsikan tidak mempengaruhi pembacaan partikulat. Namun, menurut (Jonasz, 2013) faktor akan mempengaruhi akurasi pengukuran berdasarkan interferensinya terhadap gerak Brownian, korelasi fungsi sudut scattering $I(\tau) = \langle I(t)I(t + \tau) \rangle$, dimana τ yang merupakan waktu delay pengukuran sebagai eksponensial $(-q^2 \delta \tau)$ dimana δ merupakan koefisien suhu dari partikulat di sekitar media.



Gambar 11. Kurva Kalibrasi SHARP GP2Y1010

Setelah dilakukan analisis least square fitting dengan persamaan tersebut, terlihat pola yang hampir identik antara pembacaan konsentrasi partikulat pada Sensidyne Nephelometer sebagai referensi dan SHARP GP2Y1010 sebagai sensor pembaca partikulat.

Namun, sesuai yang disampaikan oleh (Wang, dkk, 2015) belum ada referensi yang paralel untuk mengkorelasi pembacaan sensor partikulat, selain itu sampai saat ini belum ada standar baku untuk mengkalibrasi sensor partikulat, sehingga dengan pola identik pembacaan sensor partikulat antara Sensidyne Nephelometer dengan SHARP GP2Y1010 kami jadikan acuan penentuan konsentrasi partikulat di udara berbasis *low cost particulate sensor*.

Kesimpulan

Kalibrasi *low cost particulate sensor* terhadap peralatan referensi dapat digunakan sebagai penentu konsentrasi partikulat yang akan digunakan sebagai sensor partikulat pada formulasi proses modifikasi teknologi wetscrubber, hal ini melihat pola identik antara pembacaan partikulat pada kedua peralatan tersebut. Hasil analisis least square fitting pada korelasi pembacaan SHARP GP2Y1010 terhadap peralatan referensi menunjukkan linieritas yang cukup tinggi sebesar 0,88.

Belum adanya standar baku untuk menentukan keberterimaan deviasi pembacaan *low cost particulate sensor* terhadap peralatan referensi (Spinelle, 2013) membuat kami berasumsi dua faktor; pola identik pembacaan partikulat antara kedua peralatan dan linieritas kurva sebesar 0,88 dapat dijadikan acuan penggunaan *low cost particulate sensor* sebagai penentu konsentrasi partikulat modifikasi proses teknologi wetscrubber.

Daftar Pustaka

- Averdieck, William. 2011. Selection of Particulate Monitor. Technical Paper PCME. Cambridge.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Pertumbuhan Indeks Produksi Bulanan Industri Besar dan Sedang, 2010 - 2015. <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1062>. diakses tanggal 28 Maret 2016.
- Budde, Matthias. Zhang, Lin. Beigl, Michael. 2014. Distributed, low-cost particulate matter sensing: scenarios, challenges, approaches. Dalam prosiding 1st International Conference on Atmospheric Dust.
- Budde, Matthias. Masri, Rayan El. Riedel, Till. Beigl, Michael. 2013. Enabling Low-Cost Particulate Matter Measurement for Participatory Sensing Scenarios. Dalam prosiding 12th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia.
- Gao, M., Cao, J., and Seto, E. 2015. A Distributed Network of Low-Cost Continuous Reading Sensors to Measure Spatiotemporal Variations of PM_{2.5} in Xi'an, China. *Environ. Pollut.*, 199:56–65.
- Gozzi, Fernando. Ventura, Giancarlo Della. Maarelli, Augusto. 2015. Mobile monitoring of particulate matter: State of art and perspectives. *Atmospheric Pollution Research* XXX:1-7
- Hasenfratz, D., Saukh, O., Sturzenegger, S., Thiele, L., 2012. Participatory air pollution monitoring using smartphones. Dalam Prosiding 2nd International Workshop on Mobile Sensing, April 16-20, 2012, Beijing, China.

- Holstius, D., Pillarisetti, A., Smith, K., and Seto, E. 2014. Field Calibrations of a Low-Cost Aerosol Sensor at a Regulatory Monitoring Site in California. *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 7:605–632.
- Jonasz, Mirosław. Fournier, Georges. 2011. *Light Scattering by Particles in Water: Theoretical and Experimental Foundations*. Academic Press.
- Lee BK1, Mohan BR, Byeon SH, Lim KS, Hong EP. 2013 Evaluating the performance of a turbulent wet scrubber for scrubbing particulate matter. 63(5):499-506. *Journal of the Air and Waste Management Association*
- Long, R., Beaver, M., Williams, R., Kronmiller, K., and Garvey, S. 2014. Procedures and Concepts of EPA's Ongoing Sensor Evaluation Efforts. *EM (Air Waste Manage. Assoc.)*, 8, Pittsburg, PA.
- Mishchenko, Michael I. Travis, Larry D. Lacis, Andrew A. 2002. *Scattering, Absorption, and Emission of Light by Small Particles*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Spinelle, L., Gerboles, M., and Aleixandre, M. 2013. *Protocol of Evaluation and Calibration of Low-Cost Gas Sensors for the Monitoring of Air Pollution*. Publication Office of the European Union, Luxembourg,
- Wang, Yang. Li, Jiayu. Jing, He. Zhang, Qiang. Jiang, Jingkun. Biswas, Pratim. 2015. Laboratory Evaluation and Calibration of Three Low-Cost Particle Sensors for Particulate Matter Measurement. *Aerosol Science and Technology*. ISSN: 0278-6826. 1063 - 1076.
- World Health Organization, 2011. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/air_pollution_20110926/en/index.html. diakses tanggal 28 Maret 2016.

KETENTUAN PENULISAN KTI-JRI

REDAKTUR

Redaksi mempunyai hak menyunting naskah tanpa mengubah makna substansi naskah dan tidak bertanggung jawab terhadap tuntutan terhadap hal-hal yang berkaitan dengan naskah yang telah dimuat pada Jurnal Riset Industri. Jurnal Riset Industri (JRI) dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

NASKAH

A. Ruang Lingkup

1. Makalah dapat memuat hasil penelitian, kajian, pemikiran kritis terhadap isu-isu terkait sektor industri dengan menggunakan data primer dan atau data sekunder.
2. Fokus makalah harus terkait dengan sektor-sektor industri yang telah ditentukan oleh Redaksi Jurnal Riset Industri setiap awal tahun anggaran dan disampaikan melalui *call for paper*.

B. Bahasa

1. Naskah disajikan dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.
2. Penggunaan istilah dalam bahasa Indonesia mengacu pada pedoman Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa.

C. Sistematika Penulisan

1. **Naskah disusun** dengan urutan judul naskah, nama penulis, nama instansi dan alamat, e-mail penulis, riwayat naskah, abstrak dan kata kunci, dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris), muatan naskah, dan daftar pustaka serta panjang naskah diharapkan tidak melebihi 12 (dua belas) halaman.
2. **Muatan Naskah** disusun dalam 5 subjudul, yaitu PENDAHULUAN, METODE, HASIL DAN PEMBAHASAN, KESIMPULAN DAN SARAN (saran optional), UCAPAN TERIMA KASIH (opsional) dan DAFTAR PUSTAKA. Naskah diketik pada kertas A4, spasi tunggal, huruf Arial, dan font 11pt, dan dengan catatan gambar dan tabel tidak melebihi 25%.
3. **Judul Naskah** agar ringkas, jelas dan informatif, serta dalam 15 kata, hindari kata penghubung dan atau penyebutan objek, tempat, atau bahan penelitian yang sangat rinci. Judul ditulis dalam huruf kapital berbahasa Indonesia dan Inggris. Hindari penggunaan singkatan, rumus, dan rujukan.
4. **Nama Penulis** ditulis tanpa gelar, disertai dengan nama instansi dan alamat serta e-mail.
5. **Abstrak** disusun secara utuh dan lengkap menggambarkan esensi tulisan dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris) dengan panjang satu paragraf, diketik huruf arial Font 9pt dan spasi tunggal.
6. **Kata Kunci** memuat pengertian suatu konsep substansial yang terkandung dalam tulisan dan ditulis antara tiga sampai lima kata dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris).
7. **Pendahuluan** memuat latar belakang dan tujuan penelitian yang menjelaskan lingkup penelitian.
8. **Metode** disusun dan dijabarkan secara jelas dan rinci dengan mencantumkan metode-metode yang digunakan baik penelitian maupun analisis dan lokus pengumpulan data.
9. **Hasil dan Pembahasan** disusun dalam beberapa sub bab sesuai tujuan dan lingkup penelitian.
10. **Tabel** disusun dengan judul singkat, jelas disertakan keterangan tempat dan waktu lingkup data dan diletakan diatasnya.

11. **Gambar dan Grafik** disusun dengan judul diletakan di bawahnya tanpa mempengaruhi bagian gambar dan grafik.
12. **Kesimpulan dan Saran** memuat intisari temuan hasil analisis sesuai tujuan penulisan dengan sub bab saran, namun bersifat opsional dan memuat rekomendasi yang disusun sebagai tindak lanjut dari temuan yang disajikan dalam kesimpulan.
13. **Ucapan Terimakasih** memuat ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait dan bersifat opsional.
14. **Daftar Pustaka** disusun menurut abjad dan ditulis sesuai penulisan daftar pustaka dengan metode *Chicago Style* contoh dengan urutan Nama Penulis. Tahun. Judul Buku. Edisi. Kota Penerbit:

Winarno F.G dan Ivone E.F.2009. *Nanoteknologi bagi Industri Pangan dan Kemasan*. Mbrio Press.

D. Seleksi Naskah

1. Naskah disampaikan dalam bentuk *print-out* disertai *softcopy* kepada Redaksi.
2. Naskah yang telah dikoreksi dan disetujui untuk diterbitkan, dikembalikan kepada penulis untuk direvisi dan disampaikan kembali beserta *softcopy*-nya kepada Redaksi paling lambat satu minggu.
3. Naskah yang tidak dimuat menjadi hak Redaksi dan tidak dikembalikan kepada penulis.

E. Penilaian Naskah

1. Naskah akan dinilai Dewan Penyunting dan dimintakan rekomendasi Mitra Bestari sebelum diterbitkan.
2. Kriteria penilaian meliputi kebenaran isi derajat orisinalitas, kejelasan uraian dan kesesuaian dengan sasaran jurnal.
3. Dewan Penyunting berwenang mengembalikan naskah dengan tujuan untuk direvisi atau ditolak.